

Radosław Śliwka
Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

Integracja procesów planowania produkcji i zarządzania zapasami – cz. 1 *Wdrożenie koncepcji*

Artykuł poświęcony jest problemowi integracji procesów planowania produkcji w fabryce i zarządzania zapasami w centrum dystrybucji, składającym wyprodukowane wyroby. Przedstawiono w nim rozwiązanie tego problemu przez wdrożenie procedur planowania produkcji, składania zamówień oraz zarządzania zapasami, zapewniających integrację procesów w obu firmach, w ramach jednego systemu logistycznego. W drugiej części artykułu zostanie przedstawione, zaproponowane przez autora, narzędzie komputerowe umożliwiające planowanie produkcji z uwzględnieniem:

- *dostępności w centrum dystrybucyjnym zapasów na poziomie zapewniającym realizację zamówień sprzedaży z założonym poziomem obsługi klienta*
- *maksymalnego wykorzystania mocy produkcyjnych maszyn*
- *minimalnej liczby i najkrótszego czasu przebrojeń maszyn.*

Rzeczywistość technologii informatycznej pozwala obecnie na stały dostęp do niezbędnych informacji biznesowych oraz na integrację procesów planowania na poszczególnych poziomach. Integrację planowania promuje się szeroko w literaturze przedmiotu [1],[2]. Jednak w praktyce często okazuje się, że implementacja oprogramowania klasy ERP nie gwarantuje osiągnięcia wszystkich korzyści płynących z koncepcji zarządzania zintegrowanym łańcuchem dostaw [4],[5]. W wielu przypadkach oprogramowanie to cechuje się małą elastycznością i zdolnością dostosowania do szybko zmieniających się warunków rynkowych oraz specyfiki biznesu. Z uwagi na znaczny stopień skomplikowania systemów oraz wysokie koszty wprowadzania zmian, najczęściej stosuje się wówczas „ręczne” zarządzanie poszczególnymi ogniwami łańcucha. W konsekwencji prowadzi to do dezintegracji procesów planowania.

Opisana wyżej sytuacja dotknęła przedsiębiorstwo, którego dotyczy artykuł. Jest ono zorganizowane w formie grupy kapitałowej, którą tworzą „spółka - matka” oraz kilkanaście zależnych spółek produkcyjnych i handlowych. Spółki te zlokalizowane są głównie na terenie Polski i w pewnym stopniu są autonomicznymi przedsiębiorstwami. Do zadań „spółki - matki” należy między innymi zarządzanie pracą centrum dystrybucji (DC). W DC gromadzone są zapasy wyrobów gotowych wszystkich zależnych spółek produkcyjnych. Produkty składowane w DC są w dalszej kolejności dostarczane do zależnych spółek handlowych, które je dystrybuują. Należy zwrócić uwagę, że za stan zapasu w DC oraz związany z nim poziom obsługi klienta odpowiedzialni są planiści DC.

Wraz z dynamicznym rozwojem grupy oraz wzrostem sprzedaży nasilił się problem zarządzania zapasami. Mimo

wyznaczenia stosunkowo wysokiego poziomu zapasów produktów każdej ze spółek produkcyjnych, w DC występowały okresowe braki zapasu. Przeprowadzone analizy dowiodły, że przyczyna problemu leży w rozbieżnych interesach spółek produkcyjnych i DC. Planiści pracujący w DC dążyli do utrzymania możliwie niskiego poziomu zapasów związanego z częstym przezbrajaniem maszyn i krótkimi seriami produkcyjnymi. Spółki produkcyjne dążyły natomiast do maksymalizacji długości partii produkcyjnych oraz do wytwarzania produktów w sekwencjach zapewniających możliwie najkrótsze przebrojenia maszyn. W konsekwencji zamówienia składane przez planistów z DC realizowane były z dużym opóźnieniem. Ponadto produkowane partie znacznie przewyższały zamawiane ilości. Powodowało to przepełnienie magazynów przyprodukcyjnych wyrobami wyprodukowanymi w celu maksymalnego wydłużenia partii produkcyjnej oraz produktami wytworzonymi ze względu na założoną sekwencję przebrojeń maszyn bez zamówienia z DC. Często dochodziło do sytuacji, w których w magazynie brakowało najlepiej sprzedających się produktów, podczas gdy maszyny produkowały, niepotrzebne w danej chwili, produkty o niskiej rotacji lub te, których zapas w magazynie był już nadmierny. Należy dodać, że przedsiębiorstwo posiadało zintegrowany system komputerowy klasy ERP. System ten nie umożliwiał jednak efektywnego planowania produkcji.

Ze względu na rozbieżność interesów strony nie mogły dojść do porozumienia. W związku z ograniczeniami budżetowymi niemożliwe było również dostosowanie posiadanego systemu komputerowego do zaistniałych potrzeb. Koniecznością stały się zatem działania w celu opracowania sposobu współpracy DC i spółek produkcyjnych, zapewniającego integrację procesów logistycznych w tych firmach w ramach jednego systemu. Cel ten przekładał się na stworzenie jednolitych procedur planowania produkcji, składania zamówień, zarządzania zapasami w DC oraz zaproponowanie prostego narzędzia komputerowego wspomagającego współpracę. W pierwszym etapie przedsięwzięcia postanowiono skupić się na największej spółce produkcyjnej¹.

Prace nad wdrożeniem nowego rozwiązania rozpoczęto od zapoznania się ze sposobem pracy planistów DC. Okazało się, że nie stosowali oni statystycznych metod zarządzania zapasami. Poziom i struktura zapasu określone były na podstawie doświadczenia planistów. Szczegółowa analiza dowiodła, że wprowadzenie podstawowych metod zarządzania zapasami pozwoli na obniżenie poziomu zapasów

¹ Ze względu na fakt, iż przedsiębiorstwo nie wyraziło zgody na opublikowanie rzeczywistych danych, wszelkie informacje dotyczące nazw i kodów produktów, zapotrzebowań, stanów magazynowych oraz nazw maszyn, ich wydajności i czasów przebrojeń, zostały w niniejszym artykule zmienione.

DC oraz koordynację procesu składania zamówień w spółce produkcyjnej. Dalsze analizy doprowadziły do zaproponowania następującej polityki zarządzania zapasami: w pierwszej kolejności zasugerowano cykliczne przeprowadzanie analizy ABC ze względu na kryterium sprzedaży wyrażonej ilościowo w paletach. W wyniku tej analizy, do grupy A przyporządkowane zostały produkty najsilniej rotujące, których zapas potencjalnie zajmowałby największą część przestrzeni magazynowej. Do grupy B przypisano produkty, których łączna sprzedaż stanowiła około 15% sprzedaży w paletach wszystkich produktów. Dla wyrobów tych ustalić można było nieco wyższy poziom zapasów, niż dla produktów z grupy A, bez konsekwencji zapchania magazynu. Produkty przypisane do grupy C charakteryzowały się niską rotacją, w związku z czym ich zapas mógł zostać obliczony tak, aby wystarczał na dłuższy czas bez konieczności ciągłego składania zamówień w małych ilościach.

W dalszej kolejności zasugerowano przeprowadzenie obliczeń poziomu zapasów dla każdej z grup wyznaczonych podczas analizy ABC. Ze względu na stosunkowo niedużą odległość pomiędzy DC i spółką produkcyjną oraz możliwością składania zamówienia każdego dnia, przyjęto metodę zamawiania w oparciu o tak zwany poziom informacyjny (ang. *Re-order Point*) [1] [2] [3] [6]. Określenie tego poziomu zapasu rozpoczęto od obliczenia poziomu zapasu zabezpieczającego (ang. *safety stock*) zgodnie ze wzorem (1).

$$SS = \omega * \sigma_{PT} \quad (1)$$

gdzie:

ω – współczynnik bezpieczeństwa będący funkcją przyjętego poziomu obsługi klienta,

σ_{PT} – odchylenie standardowe popytu obliczane dla cyklu uzupełniania zapasów.

W dalszej kolejności przeprowadzono obliczenia punktu odnowy zapasu ROP zgodnie ze wzorem (2).

$$ROP = P * T + SS \quad (2)$$

gdzie:

P – średni popyt,

T – oczekiwany czas cyklu uzupełniania zapasów,

SS – zapas zabezpieczający obliczony według wzoru (1).

W celu obniżenia poziomu zapasów w DC oraz skoordynowania procesu składania zamówień do obliczeń ROP przyjęto inne dane dla każdej z grup, zdefiniowanej podczas analizy ABC. Założono przy tym następujący tok rozumowania: sprzedaż wyrobów przyporządkowanych do klasy A stanowi-

ła około 80% całkowitej sprzedaży produktów wyrażonej w paletach. W konsekwencji, zapasy tych wyrobów zajmowały największą część przestrzeni magazynowej. Z pewnym przybliżeniem można również przyjąć, że do ich produkcji potrzebna była największa część całkowitej mocy produkcyjnej fabryki. Biorąc pod uwagę powyższe czynniki postanowiono, że popyt na te produkty będzie zaspokajany z zapasu o niskim poziomie, uzupełnianego bieżącą produkcją. Uwzględniając fakt, że produkty te były niezwykle ważne dla klientów, przyjęto 95% poziom obsługi klienta oraz zalecono ścisłą kontrolą poziomu zapasu.

Niższa rotacja produktów przyporządkowanych do grupy B pozwoliła na przyjęcie dla nich wyższego poziomu zapasu, niż dla grupy A. Istotnym czynnikiem dla ustalenia poziomu zapasów dla tych produktów była duża liczba kodów. Należało bowiem uwzględnić wiele cykli produkcyjnych i przebrojeń maszyn w celu uzupełnienia zapasów. Biorąc pod uwagę założenie niemalże ciągłej produkcji wyrobów z klasy A, przyjęto, że ROP dla grupy B będzie ustalony na poziomie dwukrotnie wyższym, niż dla grupy A. Osiągnięto to zakładając dwukrotnie dłuższy czas realizacji zamówienia na te produkty. Ze względu na ograniczoną przestrzeń magazynową przyjęto poziom obsługi klienta 90%.

Produkty przypisane do klasy C cechowały się bardzo niską sprzedażą. Średni miesięczny popyt na większość tych wyrobów nie przekracza jednej palety. Ich zapas mógł zostać wyznaczony na wysokim poziomie, gdyż mała liczba palet tych wyrobów wystarczała na zaspokojenie kilkutygodniowego popytu. Aby uniknąć konieczności częstych przebrojeń maszyn dla grupy C przyjęto, że ROP dla tych produktów będzie ustalony na poziomie czterokrotnie wyższym, niż dla grupy A. Osiągnięto to zakładając czterokrotnie dłuższy czas realizacji zamówienia na te produkty. W związku z dużymi odchyleniami sprzedaży tych produktów (sprzedaż nie miała rozkładu normalnego) obliczenia poziomu SS miały charakter czysto teoretyczny. Do celów obliczeń SS przyjęto obsługę klienta na poziomie 60%.

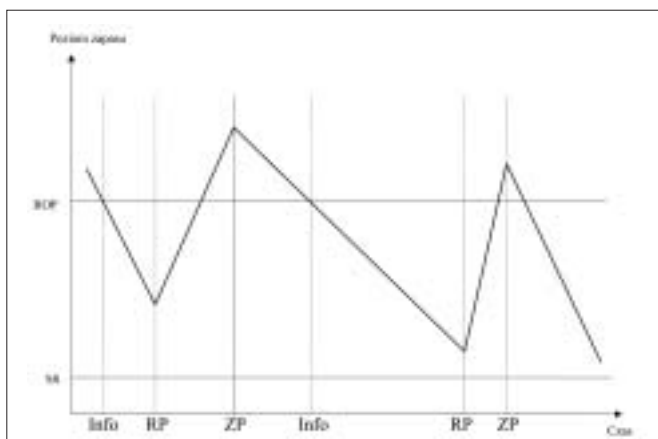
Dalszym krokiem było opracowanie metodyki planowania produkcji i składania zamówień. Ze względu na krótki czas realizacji zamówienia, specyfikę funkcjonowania spółki produkcyjnej, DC oraz organizację łańcucha dostaw, przyjęto następujące założenia:

- planowanie produkcji odbywa się w każdy roboczy dzień tygodnia
- planowanie produkcji odbywa się według harmonogramu przedstawionego w tabeli 1
- każdego dnia, z wyjątkiem czwartku, planowanie może obejmować większą ilość dni, niż przedstawiono to w tabeli 1

Tab. 1. Harmonogram planowania.

Dzień tygodnia	Dzień na jaki planowana jest produkcja
Piątek tygodnia poprzedzającego rozpatrywany tydzień	Poniedziałek rozpatrywanego tygodnia
Poniedziałek rozpatrywanego tygodnia	Wtorek rozpatrywanego tygodnia
Wtorek rozpatrywanego tygodnia	Środa rozpatrywanego tygodnia
Środa rozpatrywanego tygodnia	Czwartek rozpatrywanego tygodnia
Czwartek rozpatrywanego tygodnia	Piątek, sobota i niedziela rozpatrywanego tygodnia

- cykl planowania powtarza się co piętek
- doba trwa od 6.00 rano danego dnia do 6.00 rano dnia następnego
- jeżeli nie jest to konieczne, produkcja nie powinna odbywać się w soboty i niedziele
- spływ wyrobów z produkcji odbywa się przez cały tydzień
- zaplanowane do produkcji na dany dzień wyroby zaczynają spływać do magazynu następnego dnia
- najmniejszą jednostką planowania produkcji są 2 godziny.



Rys. 1. Poziom zapasów w funkcji decyzji produkcyjnych podejmowanych w czasie. Źródło: opracowanie własne.

Uzgodniono również, że za zintegrowane planowanie produkcji i zapasów odpowiedzialni będą wspólnie: planista DC i planista produkcji. Pracownicy ci kontaktowali się codziennie, aby za pomocą specjalnie opracowanego arkusza kalkulacyjnego (przedstawionego w kolejnej części artykułu) wspólnie ułożyć harmonogram produkcji na następne dni. Narzędzie, za pomocą, którego planowana była produkcja, zapewniało planistom dostęp do następujących informacji:

- stan zapasów poszczególnych wyrobów w DC
- stan zapasów poszczególnych wyrobów w magazynie przyprodukcyjnym
- poziom ROP i SS dla poszczególnych produktów
- średnia sprzedaż poszczególnych produktów
- zarejestrowane zamówienia sprzedaży dla danego produktu
- wygenerowane przez system zapotrzebowanie na dany produkt
- klasa do której przyporządkowano dany produkt
- wydajność każdej z maszyn przy produkcji danego wyrobu
- czas przebrojenia każdej z maszyn z produkcji jednego wyrobu na drugi.

Na podstawie tych danych stworzone przez autora narzędzie symulowało prognozowany stan poszczególnych produktów w kolejnych dniach w funkcji zaplanowanego harmonogramu produkcji. Analizując prognozy stanów dla poszczególnych produktów oraz aktualne obciążenie maszyn, ich wydajności i czasy przebrojeń, planiści wspólnie podejmowali decyzję o czasie rozpoczęcia produkcji każdego z wyrobów oraz maszynie, na której produkcja ta będzie miała miejsce. Mogli oni dokonywać kilku iteracji, aby ostatecznie przyjąć harmonogram satysfakcjonujący obie strony.

Analiza powyższych czynników dla dowolnego produktu została schematycznie przedstawiona na rysunku 1.

Gdy stan zapasu rozpatrywanego produktu spadał poniżej poziomu ROP (punkt Info na wykresie), planiści analizowali możliwości rozpoczęcia produkcji danego wyrobu. Wiedzieli oni, do jakiej klasy przypisany był produkt, a co za tym idzie, na jaki czas wystarczy zgromadzony zapas. Dzięki prognozom stanów innych produktów, danym dotyczącym wydajności i czasów przebrojeń maszyn planiści podejmowali decyzję o terminie rozpoczęcia produkcji (punkt RP na wykresie) oraz maszynie, na której produkcja miała być realizowana. Produkcja danego wyrobu powinna być rozpoczęta w czasie zapewniającym, że prognozowany stan zapasu w magazynie nie spadnie poniżej poziomu SS. W procesie planowania istotne było również przypisanie produkcji do maszyny, której wydajność dla rozpatrywanego wyrobu była możliwie największa oraz z uwzględnieniem możliwie najkrótszej sekwencji przebrojeń. Wielkość partii produkcyjnej, wyznaczona terminem zakończenia produkcji (punkt ZP na wykresie), ustalana była z uwzględnieniem możliwie długiego cyklu produkcyjnego i pożądanego prognozowanego stanu magazynowego wyrobów. Planiści kontaktowali się każdego dnia ustalając, czy konieczne i możliwe jest wprowadzenie ewentualnych zmian w harmonogramie oraz planując produkcję na kolejne dni.

Opisany wyżej sposób współpracy został w rzeczywistości wdrożony. Już w początkowej fazie implementacji efekty można było uznać za zadowalające. Na tym etapie planiści nie byli w stanie uzupełnić zapasów wszystkich produktów do wymaganego poziomu z uwagi na niekorzystną strukturę zapasów zgromadzonych przed rozpoczęciem projektu. Mogli jednak określić, kiedy i jakich produktów zabraknie. Na tej podstawie byli w stanie informować dział sprzedaży o prognozowanych brakach i opóźnieniach. W dalszych etapach wdrożenia byli oni już w stanie zapewnić dostępność kluczowych produktów. Ponadto narzędzie pozwoliło na zmianę struktury zapasów i zwiększenie dostępności produktów. Dzięki współpracy pracowników fabryki i centrum dystrybucji uzyskano kompromis pomiędzy rozbieżnymi celami przedsiębiorstw. Planista z fabryki znał prognozy stanów magazynowych, przez co rozumiał konieczność przebrojeń maszyn. Planista z DC, widząc harmonogram produkcji oraz znając wydajności i czasy przebrojeń maszyn, rozumiał konieczność maksymalizowania długości partii i szukania korzystnych sekwencji produkcji.

BIBLIOGRAFIA

1. APICS CPIM Study Notes – All Modules.
2. Ciesielski M. (red.): Logistyka w biznesie, PWE, Warszawa 2006.
3. Krzyżaniak S.: Podstawy zarządzania zapasami w przykładach, ILiM, Poznań 2002.
4. Maternowska M.: ERP a zarządzanie łańcuchem dostaw, Logistyka 2/2000.
5. Maternowska M.: Szeregowanie zadań produkcyjnych w oparciu o system PULL/KANBAN, Logistyka 4/2001.
6. Sarjusz-Wolski Z.: Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie, PWE, Warszawa 2000